

Bibliotheek
Proefstation
Naaldwijk

A
09
L
71

23 1

05 JUNI 1989

BIBLIOTHEEK
PROEFSTATION VOOR TUINBOUW
ONDER GLAS TE NAALDWIJK

temperatuurintegratie bij tomaat

proefverslag temperatuurproef tomaat
klimaatkas (210), december - april 1989

Mario van Logten
Jan-Pieter Schellekens

Naaldwijk, mei 1989

intern verslag PTG nr.19.

00000005

A
-
og
L
71

TEMPERATUURINTEGRATIE BIJ TOMAAT

proefverslag temperatuurproef tomaat
klimaatkas (210), december - april 1989

in opdracht van: Agrarische Hogeschool 's-Hertogenbosch
studierichting Tuinbouw

Door: Mario van Logten
Jan-Pieter Schellekens

Stagebieder: Proefstation voor tuinbouw onder glas
Kruisbroekweg 5
Postbus 8, 2670 AA Naaldwijk
telefoon: 01740 36700
telefax: 01740 36835

Begeleidend docent: Dhr C.G. Roelands

Naaldwijk, 31 mei 1989

VOORWOORD

In de derde klas van de Agrarische Hogeschool studierichting tuinbouw te 's-Hertogenbosch krijg je de mogelijkheid om naast de zogenaamde teeltstages ook stage te lopen op instituten of andere "niet productie" bedrijven. Wij hebben gekozen voor een onderzoeksstage op het Proefstation voor Tuinbouw onder Glas. Wij willen bij deze onze stagebegeleider, Ad de Koning, bedanken voor de prettige en leerzame samenwerking. Verder willen wij iedereen bedanken die ons bij de proefneming en de verslaglegging heeft geholpen en ook de sectie kasklimaat voor de gezellige tijd die we hebben gehad.

Mario
Jan-Pieter

SAMENVATTING

In de klimaatkas van het proefstation van Naaldwijk is in 1989 van januari t/m april een temperatuuronderzoek met tomaten uitgevoerd. Er werd onderzocht binnen welke temperatuur- en periode-grenzen temperatuurintegratie mogelijk is. Het onderzoek is uitgevoerd met 6 behandelingen in 4 herhalingen, in het totaal 24 afdelingen. De controlebehandeling had afhankelijk van de instraling een bepaalde gewenste temperatuur. Bij behandeling 2 (periode = 6 dagen, temperatuuramplitude = 3 °C) werd 3 dagen 1.5 °C lagere (etmaal) temperatuur met 3 dagen 1.5 °C hogere (etmaal) temperatuur dan de controle afgewisseld. De overige behandelingen hadden een periode van 6, 12 of 24 dagen gecombineerd met een temperatuuramplitude van 3 of 6 °C. Alle behandelingen zijn uitgevoerd bij 2 verschillende plantleeftijden. Om de behandelingen goed te kunnen realiseren is gebruikt gemaakt van een temperatuurintegrerend computerprogramma. De bloeisnelheid is sterk afhankelijk van de momentane temperatuur en oude en jonge planten bloeien bij gelijke temperatuur met een gelijke snelheid. Slechts de groei bij de behandelingen met de grootste temperatuuramplitude (6 °C) was significant verschillend t.o.v. de controle. Bij een oud gewas zijn de mogelijkheden voor temperatuurintegratie groter dan bij een jong gewas. Er werd geen negatieve invloed van de temperatuurwisselingen op de kwaliteit aangetoond.

INHOUDSOPGAVE

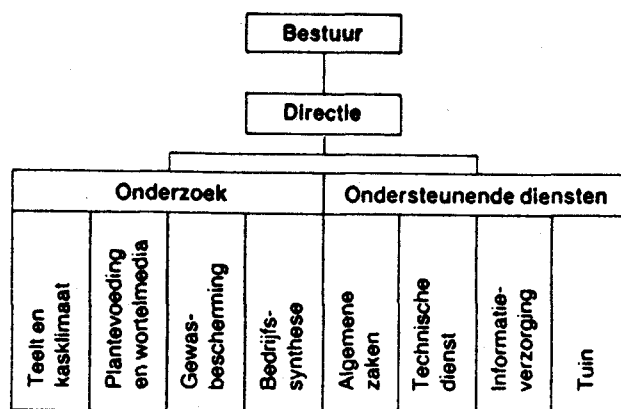
	pag.
PROEFSTATION VOOR TUINBOUW ONDER GLAS	1
1 INLEIDING EN DOEL VAN DE PROEF	3
2 MATERIAAL EN METHODE	5
2.1. Kas en verwarming	5
2.2. Behandelingen	5
2.3. Klimaatinstellingen	7
2.4. Waarnemingen en dataverwerking	10
2.4.1. Klimaat	10
2.4.2. Gewas	10
3 RESULTATEN	12
3.1. Gerealiseerde temperatuur	12
3.2. Gewaswaarnemingen	16
3.2.1. Bloeiende tros en bloeisnelheid	16
3.2.2. Oogstsnelheid en geoogste vruchten	21
3.2.3. Lengte	21
3.2.4. Destructieve waarnemingen	22
3.2.5. Kwaliteitsbeoordeling	24
4 DISCUSSIE	25
4.1. Gerealiseerde temperatuur	25
4.2. Gewaswaarnemingen	25
5 CONCLUSIES	27
Bijlage 1 Plattegrond van het proefstation	28
Bijlage 2 Plattegrond van de klimaatkas (210), met de ligging van de proefvelden binnen de afdelingen	29
Bijlage 3 Het verloop van het setpoint verwarming, de ruimtetemperatuur, de temperatuursom, de etmaalteller, en de etmaalsom gedurende een dag	30

PROEFSTATION VOOR TUINBOUW ONDER GLAS

Het proefstation voor tuinbouw onder glas is gesticht in 1900. Het is nu een overheidsstichting, die ressorteert onder het Ministerie van Landbouw en Visserij. Het stichtingsbestuur bestaat uit vertegenwoordigers van het bedrijfsleven en enkele vertegenwoordigers van de overheid. Het proefstation heeft de taak door praktijkonderzoek de glastuinbouw te ondersteunen. Daarbij gaat het om verbeteringen in de teeltfase en in de afzetfase. De nadruk van het onderzoek ligt op de groenteteelt, maar een niet onbelangrijk deel is gericht op de snijbloemen. Elk jaar worden suggesties voor onderzoek geïnventariseerd bij het bedrijfsleven, de voorlichtingsdienst en het onderzoek. De onderwerpen die uiteindelijk in onderzoek worden genomen, worden bepaald op basis van verwachte ontwikkelingen in de praktijk en de maatschappij. Het jaarlijks onderzoekprogramma behoeft goedkeuring van het stichtingsbestuur. Belangrijke onderzoekdoeleinden zijn: kwaliteitsverbetering, kostprijsverlaging per eenheid produkt, assortimentsverbreding, vermindering van de belasting van het milieu en verbetering van het bedrijfsmanagement. De kosten van het proefstation worden gelijkelijk gedragen door bedrijfsleven en overheid. Het jaarlijks exploitatietekort is ongeveer 10 miljoen gulden.

Bij het proefstation zijn circa 110 personen in dienst. Daarnaast zijn ongeveer 10 medewerkers van andere onderzoekinstellingen bij het proefstation gedetacheerd. Verder wordt nog een aantal onderzoekers vanuit tijdelijke fondsen gefinancierd.

In figuur 1 is een overzicht gegeven van de organisatie van het proefstation.



Figuur 1: De interne organisatie op het Proefstation.

De uitvoering van het onderzoek vindt plaats in vier onderzoekafdelingen:

- teelt en kasklimaat;
- plantevoeding en wortelmedia;
- gewasbescherming;
- bedrijfssynthese.

Vaak is een probleem echter zo complex dat het wordt aangepakt door meerdere afdelingen of onderzoekinstellingen. Zeer intensief vindt samenwerking plaats met het Proefstation voor de Bloemisterij in Nederland te Aalsmeer. Daarnaast is er regelmatig overleg met het Laboratorium voor Bloembollen Onderzoek te Lisse en met het Proefstation voor de Boomkwekerij te Boskoop. Verder wordt nauwe samenwerking gezocht met instituten die landbouwkundig onderzoek doen en met vakgroepen van universiteiten.

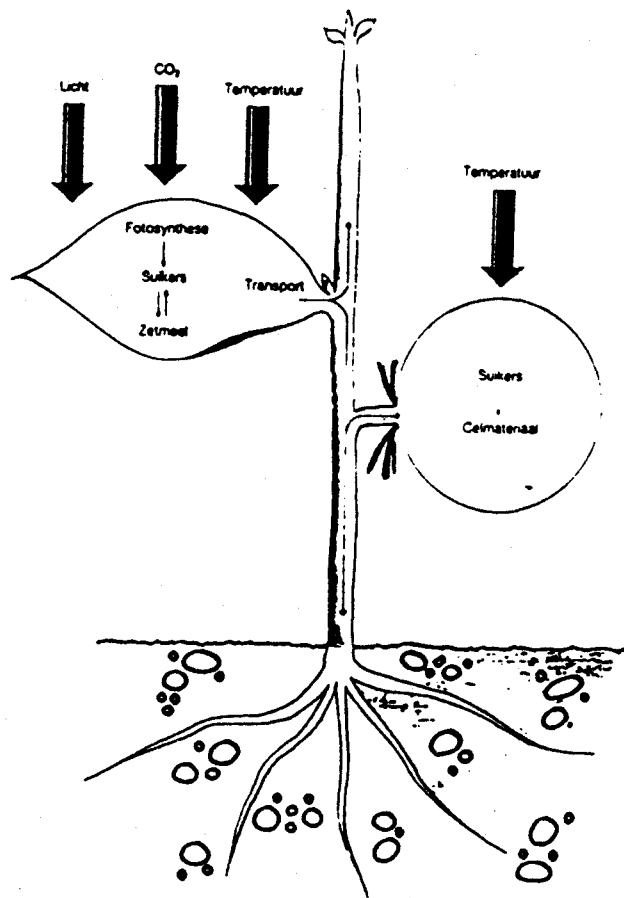
Het Proefstation coordineert het onderzoek op de regionale onderzoekcentra voor glasgroenteteelt te Breda, Klazienaveen, Venlo, Vleuten, Westmaas en Zwaagdijk. Hierdoor is er voor het totale praktijkonderzoek op proefstation en regionale onderzoekcentra een landelijk programma. De wiskundige uitwerking van waarnemingsuitkomsten van dit onderzoek vindt op het proefstation plaats.

(literatuur: informatiefolder van het PTG)

HOOFDSTUK 1 INLEIDING EN DOEL

Onderzoek naar effecten van temperatuurintegratie op groei en ontwikkeling van planten krijgt veel belangstelling. Tot op heden is bij vrij veel teelten gewerkt met gemiddelde etmaaltemperaturen, waarbij de dagtemperatuur hoger lag dan de nachttemperatuur. Een reden om van deze regimes af te wijken is het besparen van energie. Dit zou kunnen gebeuren door hogere temperaturen te geven op momenten dat daar niet veel energie voor nodig is en door op andere momenten lagere temperaturen te realiseren. Een volgende reden om niet de gangbare temperatuurregelingen aan te houden, is de mogelijkheid die zo ontstaat om de prioriteiten van beheersing van klimaatsfactoren te wisselen (bijvoorbeeld eerst regelen op relatieve luchtvochtigheid, verdamping en CO₂-gehalte). In de huidige regelingen heeft temperatuur de hoogste prioriteit.

Op de fotosynthese-activiteit van planten heeft de temperatuur, binnen het traject van 15 tot 25°C, weinig invloed. Wel zijn er voor dit proces licht en CO₂ vereist. Het transport van de bij de fotosynthese gevormde suikers echter, is wel afhankelijk van de temperatuur. Bij een lage temperatuur worden namelijk veel minder suikers vanuit de bladeren naar de groeiende delen getransporteerd. De verwerking van de suikers tot celmateriaal, gebeurt sneller bij een hoge temperatuur. Bij veel licht, waarbij veel assimilaten gevormd worden, is dus een hoge temperatuur gewenst om de assimilaten te transporteren en om te zetten in celmateriaal. Dit houdt echter niet in, dat een hoge temperatuur noodzakelijkerwijs gelijktijdig gegeven moet worden met een hoge lichtintensiteit. De suikers kunnen namelijk (tot een bepaalde hoeveelheid) in de bladeren opgeslagen worden als zetmeel (zie figuur 2). Later kan het zetmeel, bij een hogere temperatuur, weer in suiker omgezet, en getransporteerd worden naar het groeipunt, de generatieve delen en de wortels. Uit deze wetenschap blijkt dat licht en de momentane, gewenste temperatuur, theoretisch gezien, van elkaar gescheiden kunnen worden. Een voorbeeld hiervan is het omkeren van de dag- en de nachttemperatuur. 's Nachts kan dan bijvoorbeeld een schermdoek aangebracht worden, zodat met relatief weinig energie toch een hoge temperatuur te realiseren is. Overdag bestaat nu de mogelijkheid de prioriteit te leggen op het regelen van andere klimaatsfactoren dan temperatuur. Hiernaar is al onderzoek gedaan en het is gebleken, dat het omkeren van de dag-nacht-temperaturen goede resultaten kan opleveren. Een tweede mogelijkheid om af te wijken van de gebruikelijke temperatuurregeling is het werken met een temperatuursom over een langere periode. Naar de plantkundige mogelijkheden van temperatuurintegratie over een langere periode (>24 uur) is nog nauwelijks onderzoek verricht. Het doel van dit onderzoek was de plantkundige mogelijkheden van temperatuurintegratie bij tomaat te onderzoeken.



Figuur 2: De schematische weergave van de groeiprocessen in de plant.

Enige vragen hierbij waren:

- a) Wat is de maximale periode waarover volledige integratie plaatsvindt?
- b) Wat is het temperatuurtraject waarover volledige integratie plaatsvindt?
- c) Is er interactie tussen de periode en het temperatuurtraject?
- d) Zijn de mogelijkheden van temperatuurintegratie afhankelijk van de gewasfase?

Ad a) Bij dit punt werd bekeken hoeveel dagen met een lage temperatuur gecompenseerd kunnen worden door dagen met een hoge temperatuur, zonder dat dit productieverlies oplevert.

Ad b) Hier werd gezocht naar het maximaal aantal graden dat de temperatuur mag afwijken van de gemiddelde temperatuur, zodat deze temperatuur zonder productieverlies gecompenseerd kan worden.

Ad c) Hier is onderzocht of bij een bepaalde integratieperiode, alle temperaturen uit het traject wat bij b is bepaald, gecompenseerd kunnen worden en andersom.

Ad d) Bij deze vraag is gekeken of er ten aanzien van integratie, verschil is tussen een jong gewas (weinig bladoppervlak) en een oud gewas.

HOOFDSTUK 2 MATERIAAL EN METHODE

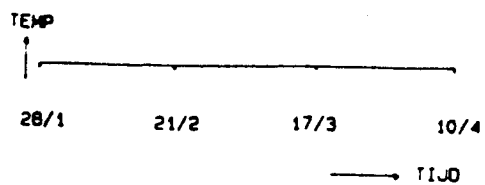
2.1. Kas en verwarming

De proef werd uitgevoerd in een venlokas met 24 afdelingen van elk drie kappen breed en twee vakmaten van drie meter lang (bijlage 2). Dit komt overeen met een oppervlakte van 57.6 m² per afdeling. De kas had een goothoogte van 2.5 m en was voorzien van een tandheugel luchtingssysteem. De vloer van de kas was bedekt met tegels. Op deze tegels lagen rijen polystyreen met daarin polyethyleenslangen voor matverwarming. Hierop lagen de kunststof goten met de steenwolmatten. De matten waren afgedekt met zwart-wit folie. Voor de watergift en de bemesting stond bij iedere plant een druppelaar en het teveel gegeven water werd gerecirculeerd. Er is gebruik gemaakt van het vier-rijen-systeem. Het verwarmen geschiedde met een centrale ketel. In de kas hingen per afdeling 14 verwarmingsbuizen (5l-ers) onderin het gewas, op 0.25 m boven de grond. De matverwarming is tijdens het begin van deze proef niet gebruikt, maar toen bleek dat de mattemperatuur toch wat te laag bleef, is hij toch aangezet. De droge- en de natte boltemperatuur werden gemeten met een PT-100, op 1.30 m hoogte waarbij de temperatuuropnemer voor de natte boltemperatuur voorzien was van een nat kousje. De relatieve luchtvochtigheid werd berekend uit deze twee temperaturen. Het CO₂-gehalte in de afdelingen is steeds gemeten op 0.5 m hoogte. Tijdens deze proef is gebruik gemaakt van zuivere CO₂. De klimaatregeling en de verwerking van de waarnemingen aan de klimaatsfactoren gebeurde op basis van een multilevel computersysteem, waarbij sprake was van drie niveaus. In ieder kascomplex was een niveau-0 eenheid aanwezig. Hiermee werden iedere minuut de verschillende klimaatsfactoren gemeten en motoren en kleppen en dergelijke aangestuurd. Er was verder op het Proefstation een niveau-1 eenheid aanwezig. Hierin zaten de klimaatinstellingen en de regelprogramma's voor de verschillende kascomplexen. De gemeten waarden werden iedere minuut overgeschreven van de kascomputer (niveau-0) naar de micro-VAX (niveau-1). De micro-VAX vergeleek dan de gemeten waarden met de instellingen en berekende wat er eventueel veranderd moest worden aan bijvoorbeeld klep- of raamstanden. Dit gegeven werd doorgegeven aan de kascomputer, die ervoor zorgde dat de verandering tot stand kwam. Verder zorgde de micro-VAX nog voor de opslag van de minuutgegevens van de laatste drie dagen. De laatste functie van de niveau-1 eenheid was het berekenen van gemiddelden (bijvoorbeeld per uur) uit de minuutwaarden. Voor de verwerking van de geregistreeerde gemiddelde waarden afkomstig van niveau-1, werd gebruik gemaakt van een centrale VAX 3600. Dit was niveau-2.

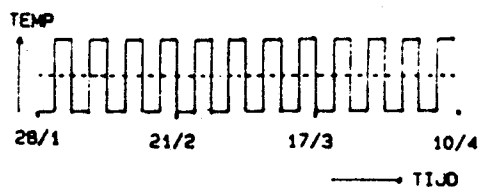
2.2. Behandelingen

De proef is uitgevoerd met het tomatenras *Lycopersicum esculentum* Mill c.v. 'Counter'. In totaal stonden er 96 planten in een afdeling (plantdichtheid van 2.08 planten per m²), waarvan de helft 27 oktober was gezaaid (bloei in de eerste week van januari) en de andere helft 17 november (bloei in de laatste week van januari). De proef is uitgevoerd in vier-voud (vier afdelingen per behandeling) en er waren zes verschillende behandelingen. Voordat werd begonnen met het geven van de verschillende temperatuurbehandelingen werd in alle afdelingen eenzelfde klimaat nagestreefd (18°C). De verschillende temperatuurregimes werden van 28 januari tot 10 april aangehouden. De zes behandelingen staan in tabel 1 vermeld. In figuur 3 zijn ze grafisch weergegeven.

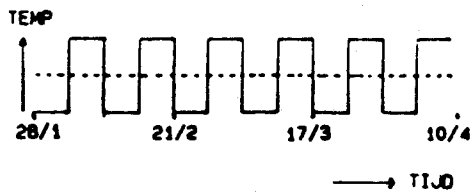
CONTROLE BEHANDELING



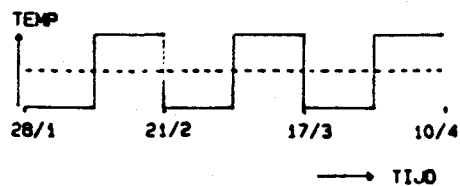
BEHANDELING 2



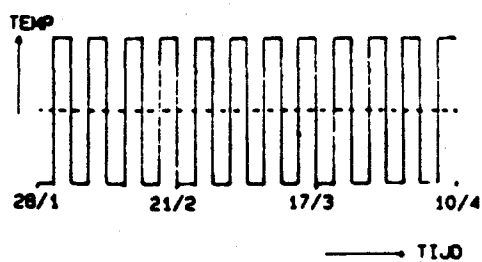
BEHANDELING 3



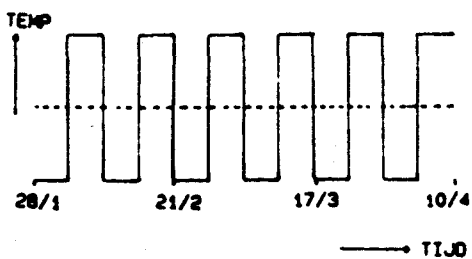
BEHANDELING 4



BEHANDELING 5



BEHANDELING 6



Figuur 3: Overzicht van de
verschillende
behandelingen.

Tabel 1: Overzicht van de behandelingen

Behan- delingen	Periode (P) (dagen)	Temperatuur- amplitude (T) (graden)	Temperatuur- som (P*T) (graaddagen)
controle	0	0	0
2	6	3	18
3	12	3	36
4	24	3	72
5	6	6	36
6	12	6	72

De etmaaltemperatuur van de controlebehandeling was constant, echter wel met een lichtverhoging. De gemiddelde temperatuur van de verschillende behandelingen moest, over een periode van 6, 12 of 24 dagen gelijk zijn aan die van de controlebehandeling. Behandeling 2 en 5 hadden steeds 3 dagen een lagere etmaaltemperatuur dan de controle, gevolgd door een hogere temperatuur voor 3 dagen. Behandeling 2 zat steeds 1,5°C onder of boven de controle en bij behandeling 5 was er steeds een temperatuurverschil van 3°C met de controle. Behandeling 3 en 6 hadden een integratieperiode van 12 dagen (6 dagen laag en 6 dagen hoog), waarbij behandeling 3 een temperatuur had van +/- 1,5°C t.o.v. de controle en behandeling 6 een temperatuur van +/- 3°C. Behandeling 4 had een integratieperiode van 24 dagen (12 laag en 12 hoog) en een temperatuuramplitude van 6°C (+/- 3°C).

2.3. Klimaatinstellingen

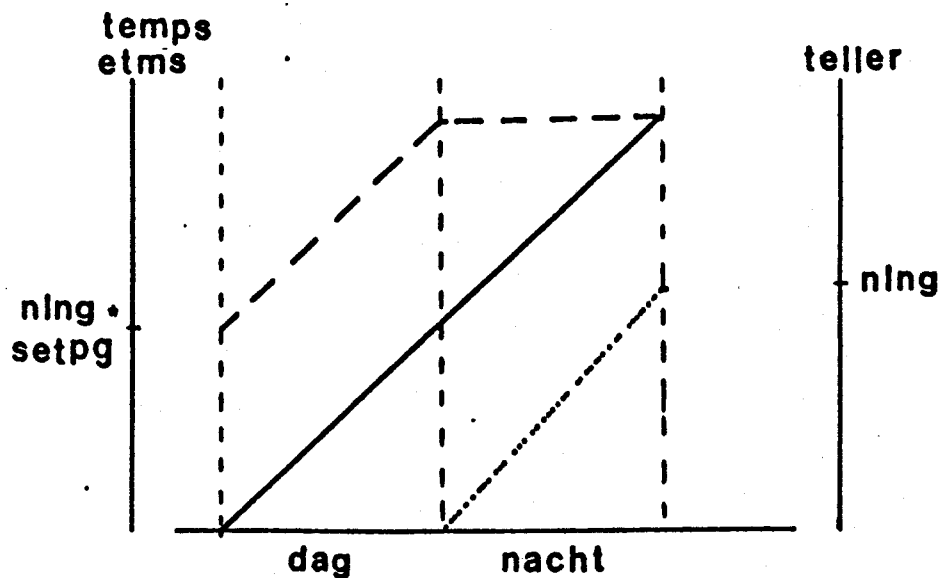
De etmaaltemperatuur van de controlebehandelingen was ingesteld op 18°C met een dagtemperatuur van 17,5°C. Op deze waarde zat een lichtverhoging van 0,01°C per Watt, waarbij de minimum lichthoeveelheid 100 Watt moest zijn. De maximale verandering hierbij was 6°C, zodat het momentane setpoint van de controle-temperatuur niet hoger kon zijn dan 23,5°C. Voor alle behandelingen gold, dat de temperatuur niet lager of hoger mocht worden dan respectievelijk 14,5 en 25°C. Het setpoint-ventilatie lag 0,2°C boven de gewenste stooktemperatuur. Boven 6°C buitentemperatuur gingen de luchtramen per graad buitentemperatuur 3% open (minimumventilatie). Op 7 maart is dit veranderd in 4% per graad boven 4°C.

Het temperatuursetpoint van de nacht werd berekend aan de hand van de gerealiseerde dag- en etmaaltemperatuur. Iedere minuut berekende de computer wat de nachttemperatuur moest zijn met behulp van een gerealiseerde temperatuursom, een gewenste etmaalsom en de resterende nachtlengte. De temperatuursom gaf aan hoeveel graadminuten er op een bepaald moment bereikt waren en de etmaalmaalsom hoeveel graden er in totaal per etmaal gegeven moesten worden. De etmaalsom begon op het moment dat de zon opkwam met een waarde die gelijk was aan het produkt van de nachtlengte en het setpoint van de gemiddelde etmaaltemperatuur (18°C). Vervolgens werd er iedere minuut een setpoint bij opgeteld. Dit setpoint had dan een waarde van 18°C met een lichtverhoging van 0,015°C per Watt globale straling (buiten), waarbij een minimum lichtintensiteit aanwezig moest zijn van 100 Watt.

De temperatuursom begon aan het begin van de dag met de waarde 0 en iedere minuut werd daar de gerealiseerde temperatuur bij opgeteld. Aan het begin van de nacht (op het tijdstip dat de zon onder ging), had de etmaalsom een bepaalde waarde, die gelijk was aan de totale temperatuursom die gegeven moest worden op de desbetreffende dag. In de nacht berekende de computer welke nachttemperatuur gegeven moest worden, om zodoende een bepaalde gewenste etmaalsom te realiseren. Dit deed hij door te berekenen hoeveel graden er nog gegeven moest worden (etmaalsom minus temperatuursom) en dit getal te delen door de resterende nachtlengte.

$$\text{setpoint nachttemperatuur} = \frac{\text{gewenste etm.som} - \text{gerealiseerde temp.som}}{\text{resterende nachtduur}}$$

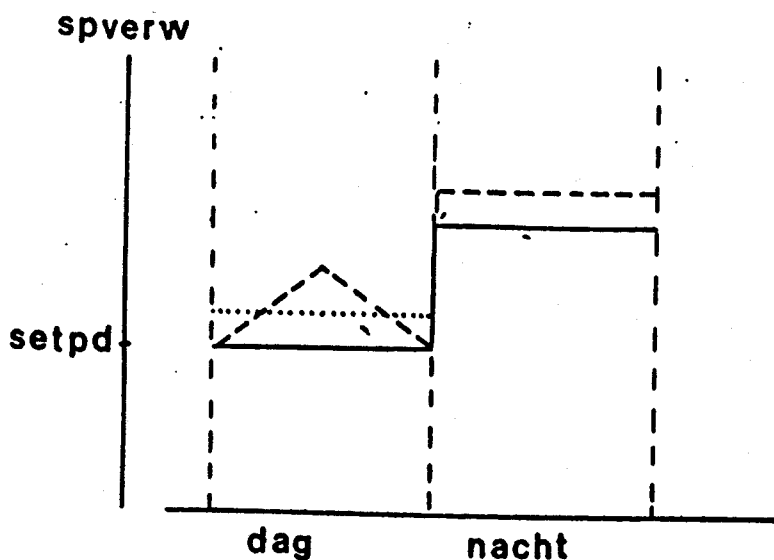
Iedere minuut werd zo de juiste nachttemperatuur berekend (bijlage 3), (figuur 4).



Figuur 4: Het verloop van de gerealiseerde temperatuursom (—), de gewenste etmaalsom (---), en de teller voor de nachtduur (.....) gedurende een storingsvrij etmaal.

etms = gewenste etmaalsom, nling = nachtlengte, setpg = gewenste gemiddelde temperatuur, temps = gerealiseerde temperatuursom.

De lichtverhoging op het setpoint van de temperatuur, waarmee de gewenste etmaalsom opgehoogd werd ($0.015' / W$) lag hoger dan de lichtverhoging op de dagtemperatuur ($0.010' / W$). De verhoging zorgt voor een hogere etmaaltemperatuur na een lichtrijke dag. Door het verschil in beide lichthoeveelheden stijgt ook de nachttemperatuur na een lichtrijke dag. (figuur 5) Op 7 maart zijn de lichtverhogingen op de etmaalsom en de dagtemperatuur veranderd in respektievelijk 0.01 en $0.005' / W$, omdat anders het setpoint van de controletemperatuur te hoog zou oplopen en de temperatuur van drie graden bovenge controle niet meer bereikt zou kunnen worden.



Figuur 5: De invloed van licht op het setpoint verwarming (ruimtetemperatuur).
setpd = setpoint dagtemperatuur, spverw = setpoint verwarming.

— :verloop setpoint zonder lichtinvloed
 --- :verloop setpoint met lichtinvloed
 :gemiddelde dagtemperatuur bij lichtinvloed

De minimum buistemperatuur in de afdelingen was overdag 45°C en 's nachts 40°C. Op de dagwaarde zat een lichtverlaging van 0.2°C per Watt, na een minimum lichthoeveelheid van 50 Watt. De maximale lichtverlaging van de buistemperatuur was 30°C. De maximum buistemperatuur was 100°C. De matverwarming is in het begin van de proef niet gebruikt, maar toen bleek dat de temperatuur van het substraat te laag bleek is het setpoint op 25°C gezet. Voor het CO₂ gehalte werd een concentratie van 400 ppm nagestreefd.

2.4. Waarnemingen en dataverwerking

2.4.1. Klimaat

De waarnemingen aan het klimaat waren:

Binnen:

- ruimtetemperatuur op 1.30m;
- relatieve luchtvochtigheid op 1.30m;
- substraattemperatuur;
- watertemperatuur van de verwarmingsbuizen (aanvoer en retour);
- watertemperatuur van de matverwarmingsslangen (aanvoer en retour);
- raamstand (oost en west);
- CO₂-gehalte op 0.5m.

Buiten:

- globale straling (direkt en indirekt);
- windrichting;
- windsnelheid;
- temperatuur;
- regen (ja of nee);
- hoeveelheid regen.

2.4.2. Gewas

Vanaf de derde week van januari werden er waarnemingen aan het gewas gedaan. Deze waarnemingen zijn verricht aan 32 planten per afdeling per plantgrootte (64 planten per afdeling). De volgende waarnemingen zijn tijdens de proef gedaan:

- Bloeiende tros en de bloeiende bloem van die tros (2 * per week);
- Plantlengte (1 * per week);
- Oogstbare tros en de oogstbare vrucht van die tros (2 * per week);
- Gewicht en aantal geoogste vruchten;
- Gewicht van afgeplukt blad;

Op 17 maart zijn aan 10 oude planten per afdeling en op 10 april aan 10 jonge planten nog de volgende destructieve waarnemingen gedaan:

- Gewicht en aantal van de groene vruchten;
- Bladgewicht;
- Stengelgewicht.

Bij de oude planten is dit al op 17 maart gedaan, omdat de planten de draad bereikt hadden.

Aan het einde van de proef zijn aan vruchten van jonge planten kwaliteitsbeoordelingen gedaan:

- Percentage vruchten met goudspikkels en zwelscheurtjes;
- doorkleuring en uitstalleven.

Van alle waarnemingen is steeds het gemiddelde per afdeling en per plantgrootte berekend. De gemiddelden werden op de VAX in een file verwerkt en de statistische verwerking gebeurde met de variantieanalyse Anova (GENSTAT). Er is getoetst met een LSD van 10%. Hierdoor is de kans op een fout van de tweede soort (ten onrechte aannemen dat er geen verschil is) klein. In de tabellen van de resultaten is gebruik gemaakt van een lettercode. Getallen met een zelfde letter zijn niet significant ($\alpha = 10\%$) verschillend. Uit de bloeiende tros en de bloeiende bloem van die tros is steeds de bloeisnelheid berekend, zo ook met de plantlengte, waaruit de lengtegroeisnelheid werd bepaald en de oogstwaarnemingen, waarmee de oogstsnelheid is berekend.

HOOFDSTUK 3 RESULTATEN

Tijdens deze proef zijn verschillende waarnemingen verricht. Deze worden gescheiden in waarnemingen aan het klimaat en waarnemingen aan het gewas. De waarnemingen aan het gewas worden onderverdeeld in bloei, oogst, lengte, houdbaarheid en destructieve waarnemingen. In dit hoofdstuk worden de resultaten van die waarnemingen behandeld. Na een periode van 24, 48 en 72 dagen (vanaf de start van de proef, 28/1) hadden alle behandelingen een gelijke temperatuursom en kunnen de behandelingen met elkaar vergeleken worden. Een periode van 24 dagen wordt in de rest van dit verslag een cyclus genoemd.

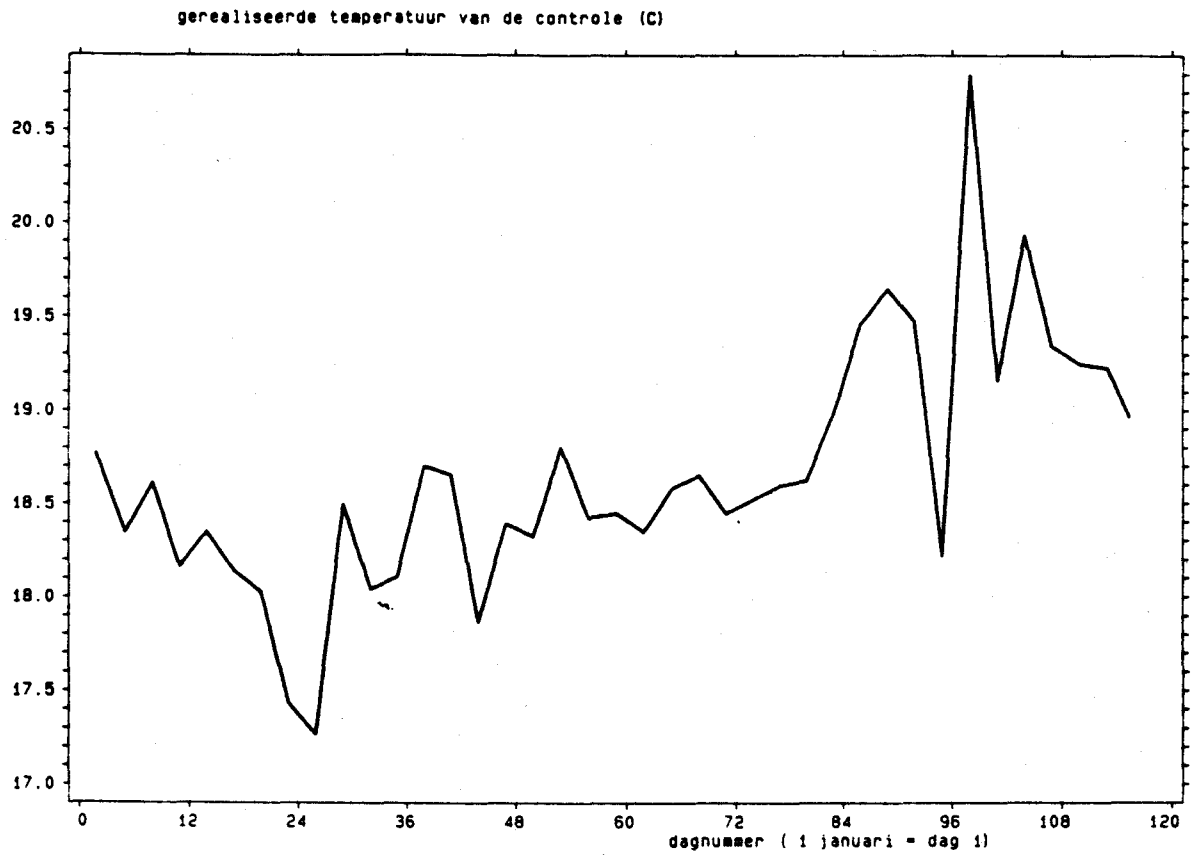
3.1. Gerealiseerde temperatuur

In tabel 2 staan de gemiddelde gerealiseerde temperaturen per behandeling per cyclus. Uit de tabel blijkt dat de gemiddelde temperaturen per periode ongeveer gelijk waren. De gemiddelde temperaturen over de gehele tijdsduur van de proef waren precies gelijk aan elkaar.

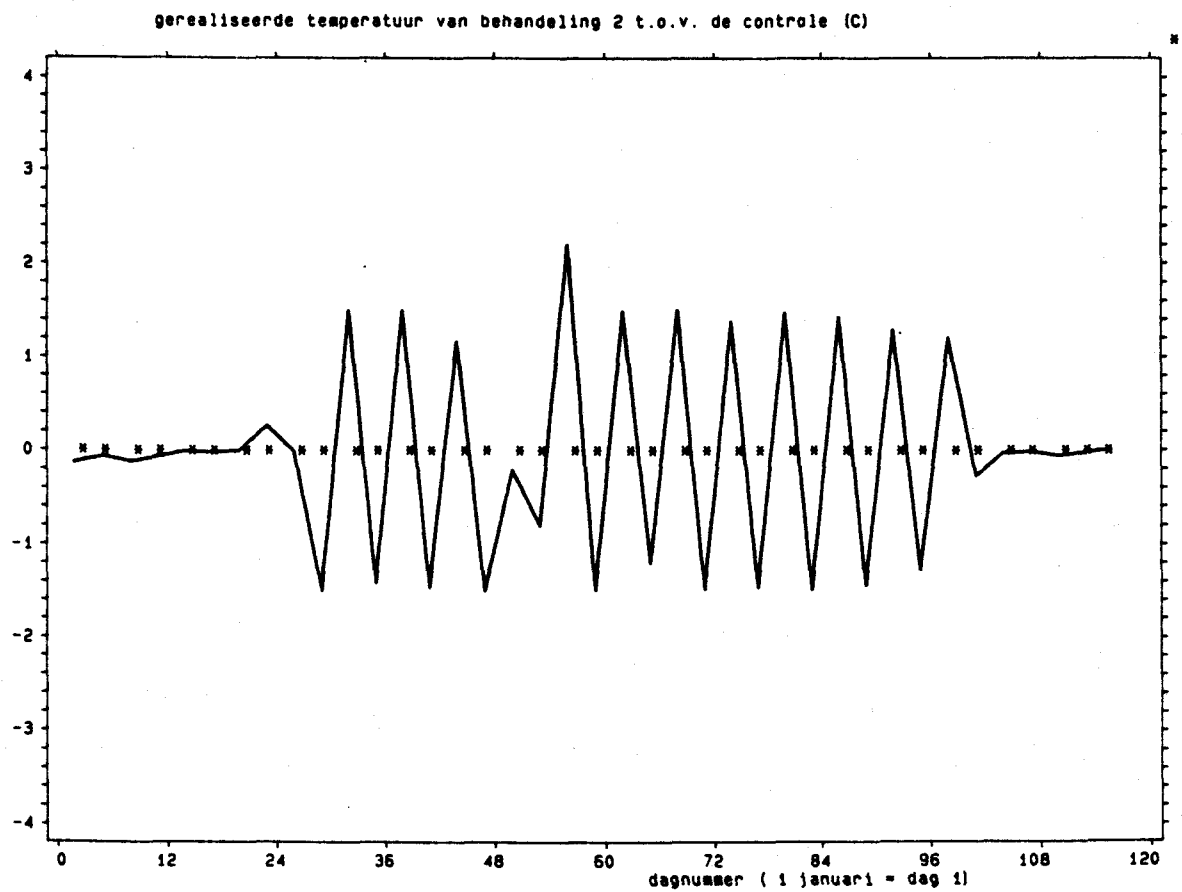
Tabel 2: Gemiddelde gerealiseerde temperatuur

behandeling	1	2	3	4	5	6
periode/temperatuur	c	6/3	12/3	24/3	6/6	12/6
van-tot						
1/1-27/1	18.13	18.11	18.10	18.12	18.12	18.13
28/1-20/2	18.32	18.08	18.20	18.03	18.27	18.53
21/2-16/3	18.53	18.73	18.63	18.83	18.53	18.28
17/3-10/4	19.23	19.19	19.19	19.21	19.17	19.18
11/4-26/4	19.34	19.27	19.31	19.22	19.46	19.34
1/1-26/4	18.66	18.63	18.63	18.63	18.65	18.64

In figuur 6 staat de gerealiseerde temperatuur van de controle vanaf 1 januari 1989 tot aan de laatste waarnemingsdag (27/4). De gerealiseerde temperaturen van de behandelingen t.o.v. de controle staan in de figuren 7 t/m 11. Rond dag 50 was er computerstoring, waardoor sommige behandelingen daar een afwijking van het gewenste patroon vertonen.

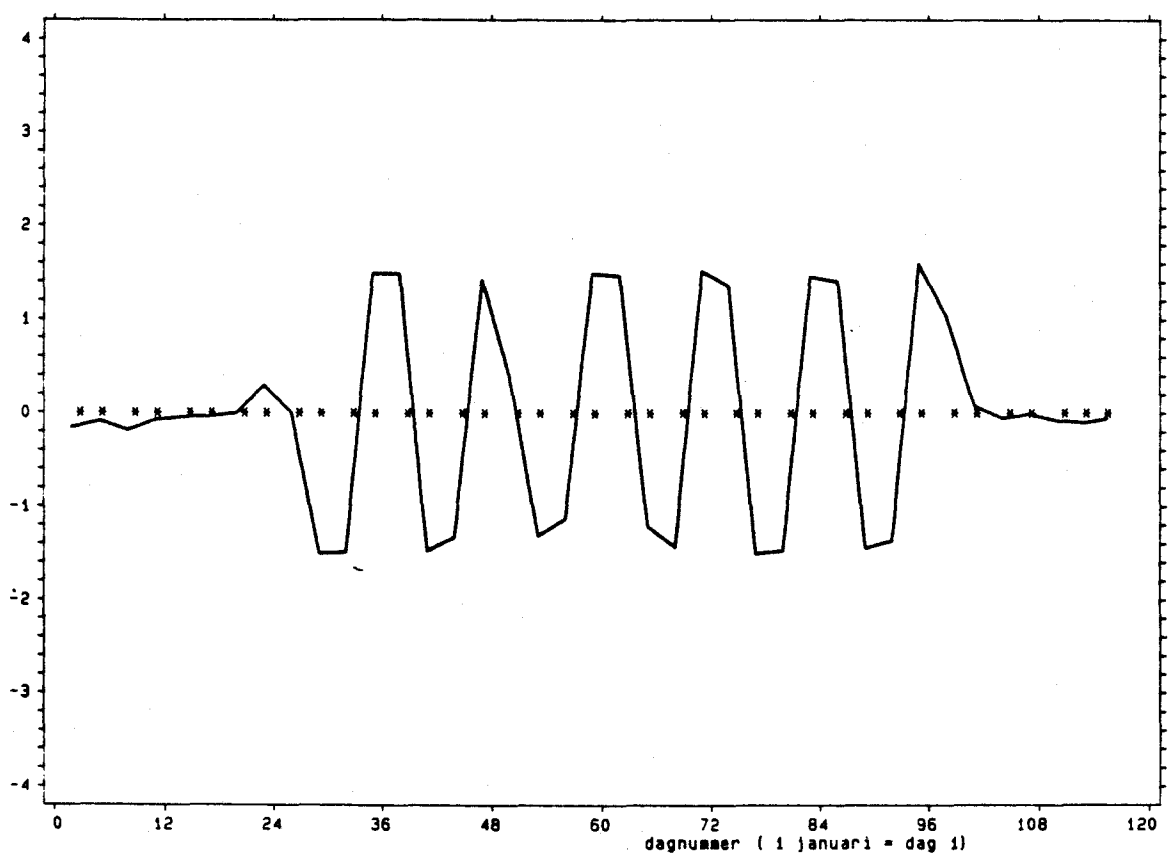


Figuur 6



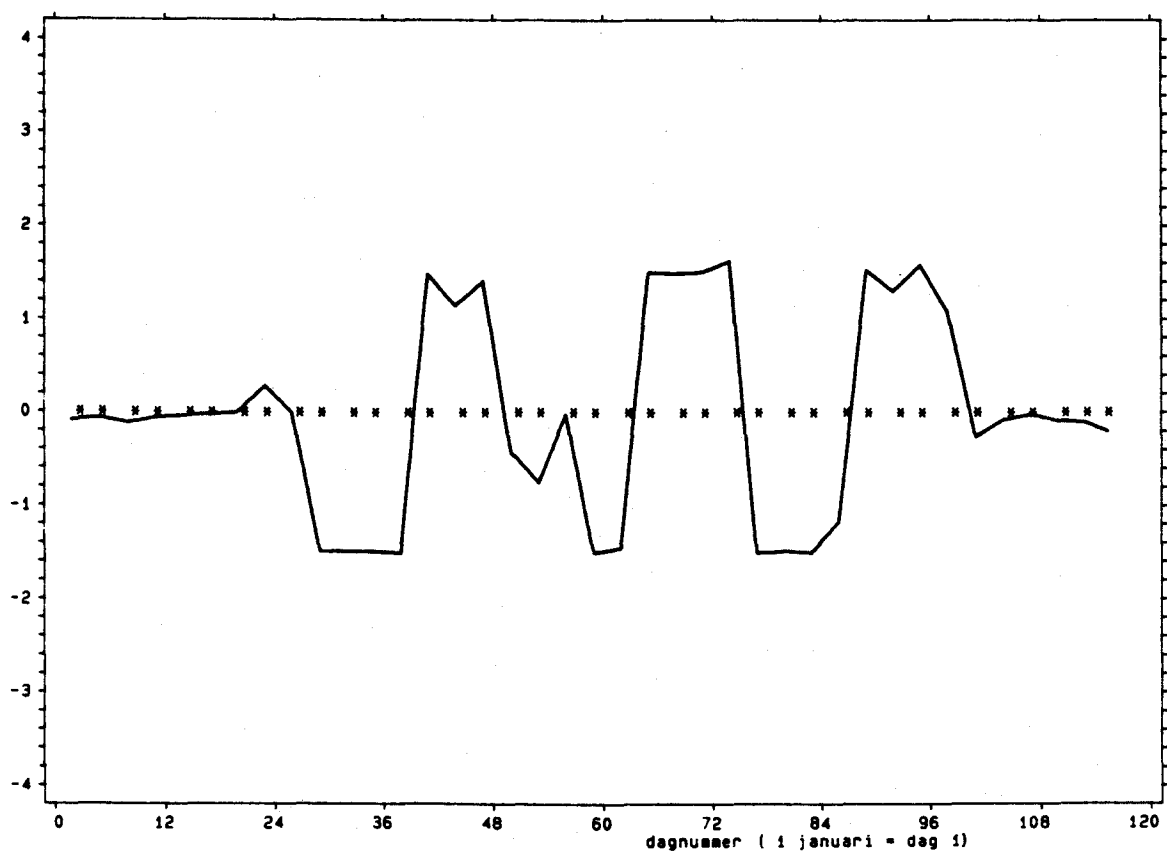
Figuur 7

gerealiseerde temperatuur van behandeling 3 t.o.v. de controle (C)



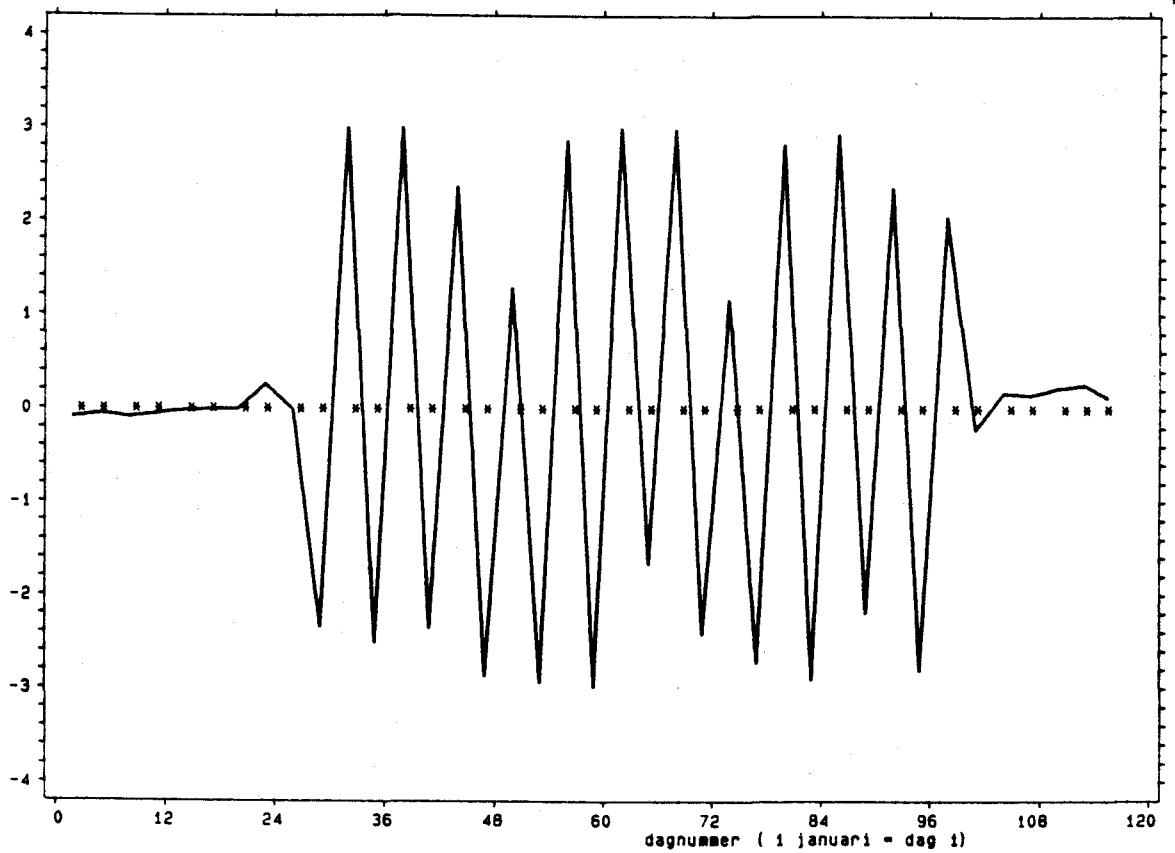
Figuur 8

gerealiseerde temperatuur van behandeling 4 t.o.v. de controle (C)



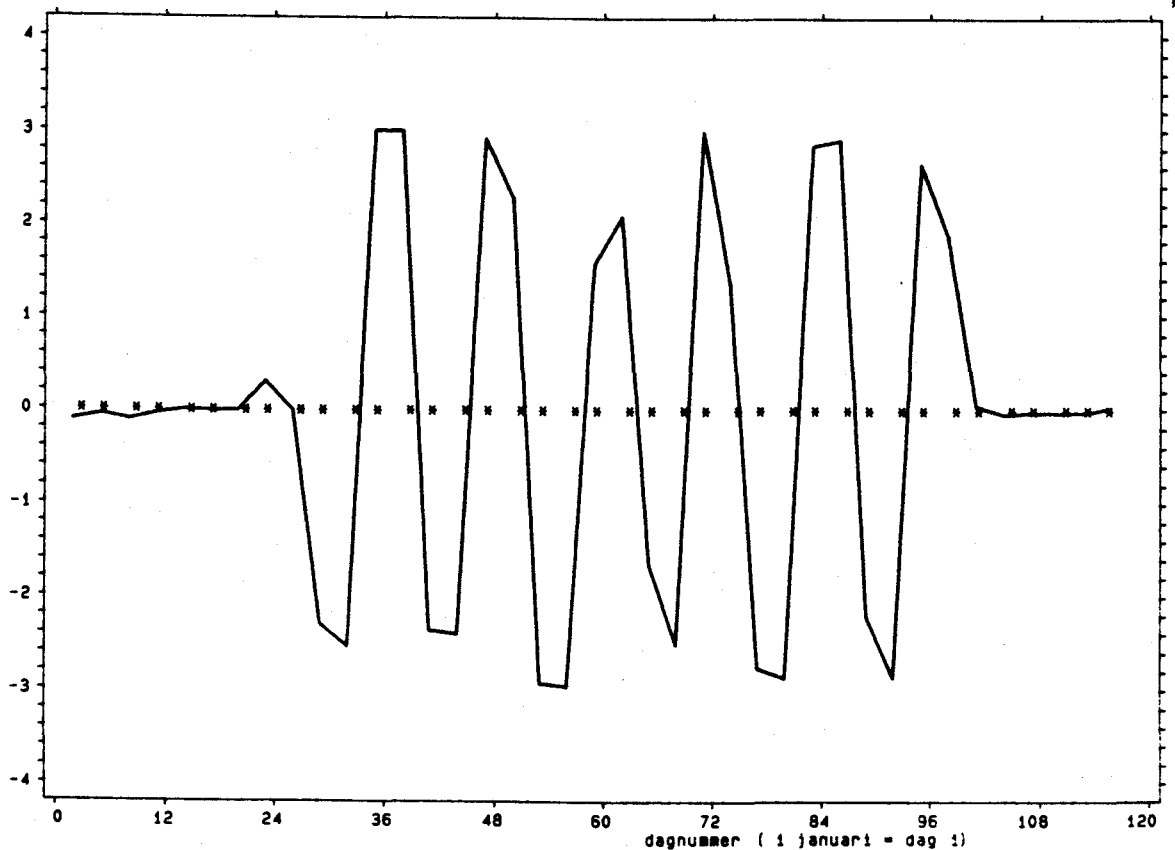
Figuur 9

gerealiseerde temperatuur van behandeling 5 t.o.v. de controle (C)



Figuur 10

gerealiseerde temperatuur van behandeling 6 t.o.v. de controle (C)



Figuur 11

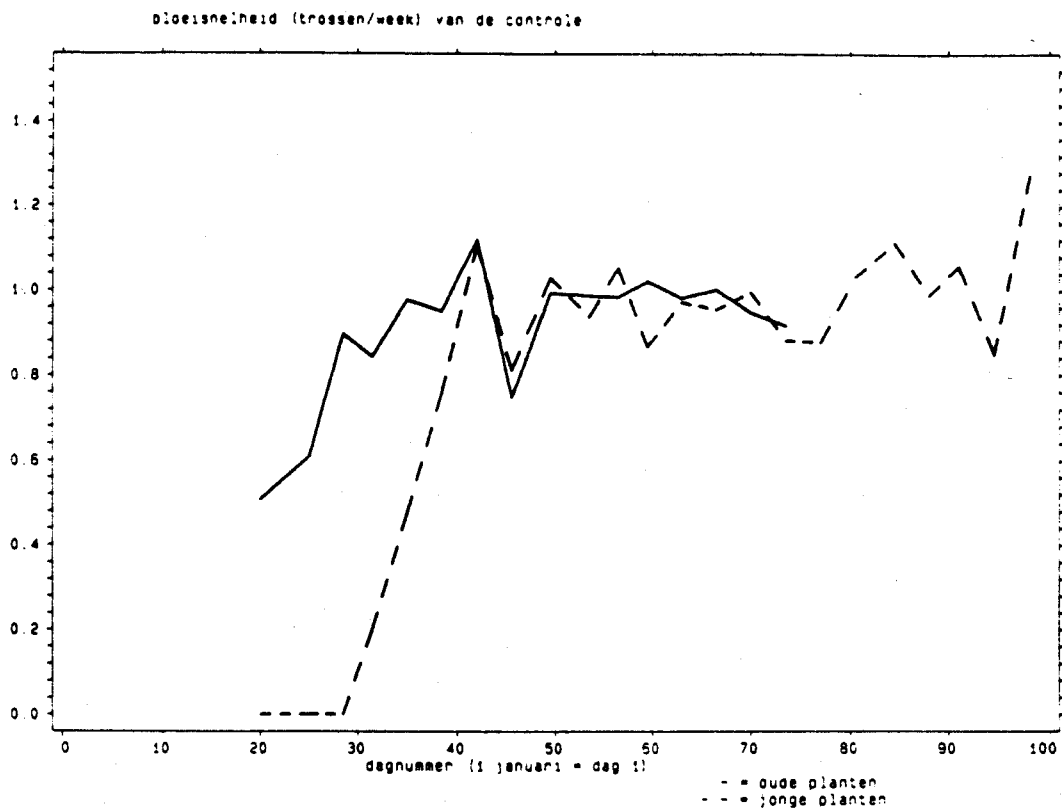
3.2. Gewaswaarnemingen

3.2.1. Bloeiende tros en bloeisnelheid

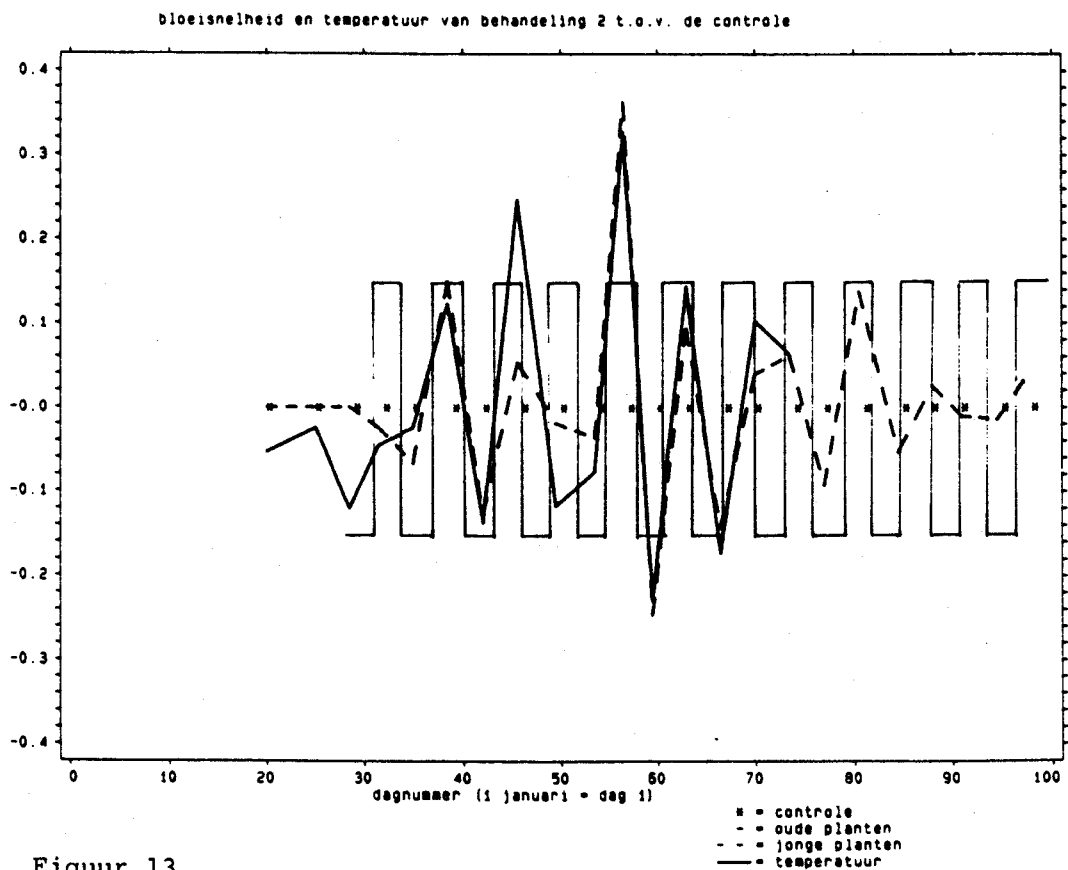
In figuur 12 wordt de bloeiselheid van de controle weergegeven. Uit die figuur blijkt dat er ongeveer 1 tros per plant per week werd aangelegd. In de figuren 13 t/m 17 staat de bloeiselheid t.o.v. de controle weergegeven. Uit die figuren blijkt dat de bloeiselheid sterk afhankelijk is van de momentane temperatuur. Als de temperatuur van een behandeling hoger was dan de temperatuur van de controle, was ook de bloeiselheid hoger. Bij een lagere temperatuur was de bloeiselheid lager. De jonge en de oude planten gaven dezelfde reactie. Bij behandeling 5 en 6, de behandelingen met de grootste temperatuur amplitude, is ook de amplitude van de bloeiselheid het grootste. Uit figuur 18 blijkt dat er bij de bloeiende tros geen grote verschillen waren tussen de behandelingen. De plantleeftijd had geen invloed op de bloeiselheid, wat blijkt uit het parallel lopen van de "bloei"lijnen in deze figuur. In tabel 3 staan de bloeiende trossen weergegeven op de dagen dat de behandelingen een cyclus hadden doorlopen. Ook is voor de oude planten het aantal bloeiende trossen weergegeven bij de start van de temperatuurbehandelingen, de jonge planten bloeide nog niet. Uit tabel 3 blijkt dat er geen betrouwbaar verschil was bij de start van de behandelingen. Na 1 cyclus (21/2) waren er bij de oude planten wel significante verschillen en bij de jonge planten niet. Na 2 cyclussen (16/3) waren er bij de oude planten geen verschillen meer, bij de jonge planten waren er echter wel significante verschillen ontstaan. Na 3 cyclussen waren er nog steeds verschillen bij de jonge planten, maar de verschillen waren niet zo groot meer. Het bleek dat op 10 april de behandelingen 5 en 6 niet zoveel trossen hadden aangelegd als de overige behandelingen.

Tabel 3: Bloeiende tros op 27/1, 21/2, 17/3 en 10/4

behandeling		1	2	3	4	5	6
periode/temperatuur		c	6/3	12/3	24/3	6/6	12/6
datum plantleeftijd							
27/1	oud	1.1a	1.0a	1.1a	1.1a	1.0a	1.1a
21/2	oud	4.5ab	4.3c	4.5ab	4.5ab	4.4bc	4.6a
	jong	2.4a	2.4a	2.5a	2.4a	2.4a	2.5a
16/3	oud	7.7a	7.6a	7.8a	7.8a	7.6a	7.6a
	jong	5.5bc	5.6ab	5.7a	5.6ab	5.4c	5.5bc
10/4	jong	9.3a	9.3a	9.3a	9.3a	9.0b	9.1b

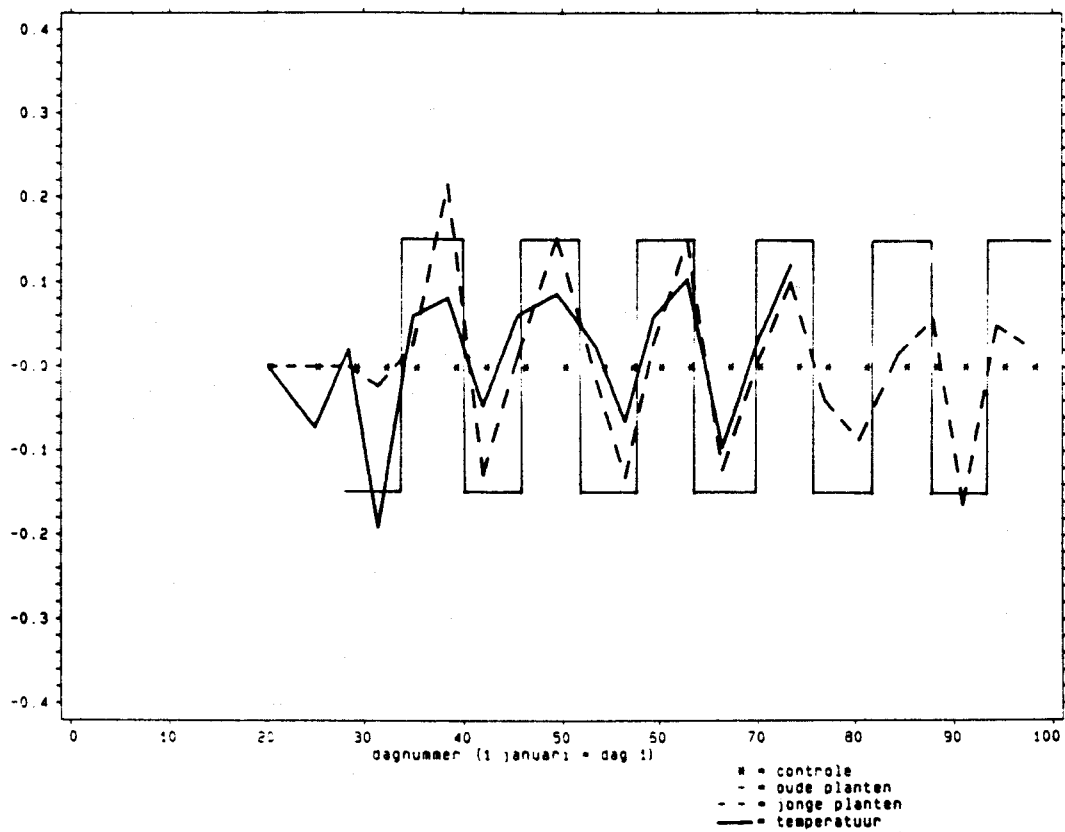


Figuur 12



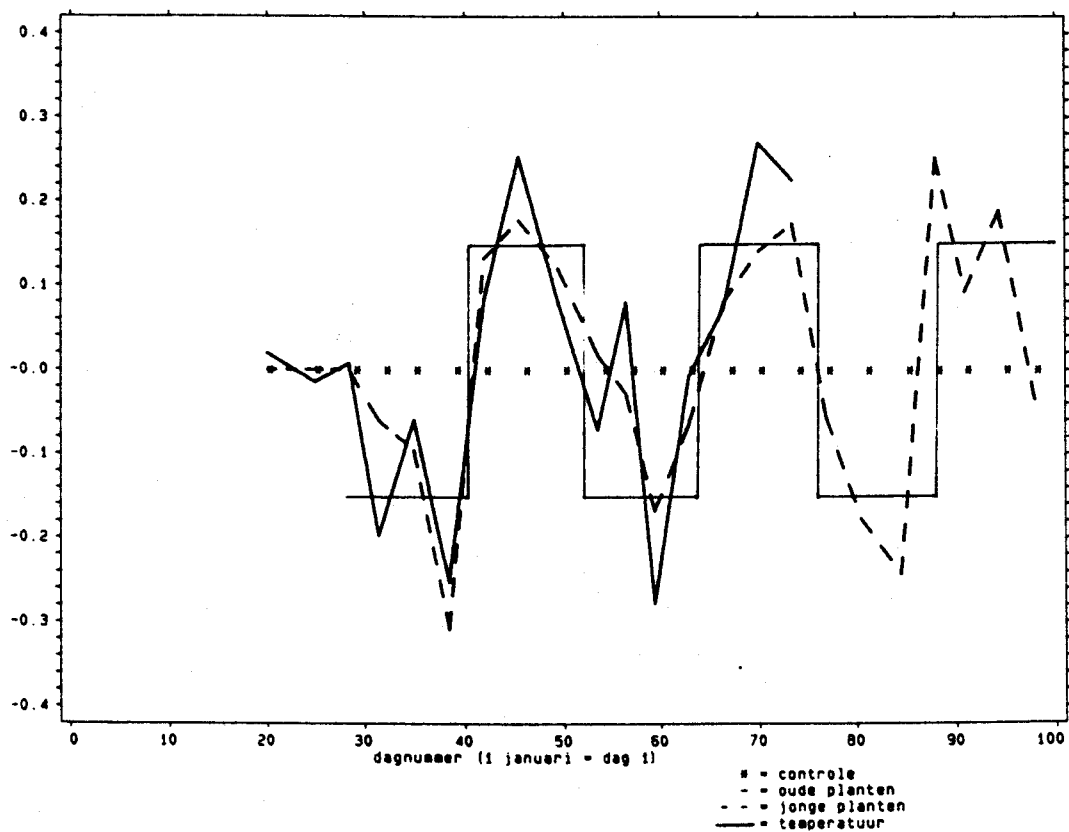
Figuur 13

bloeisnelheid en temperatuur van behandeling 3 t.o.v. de controle



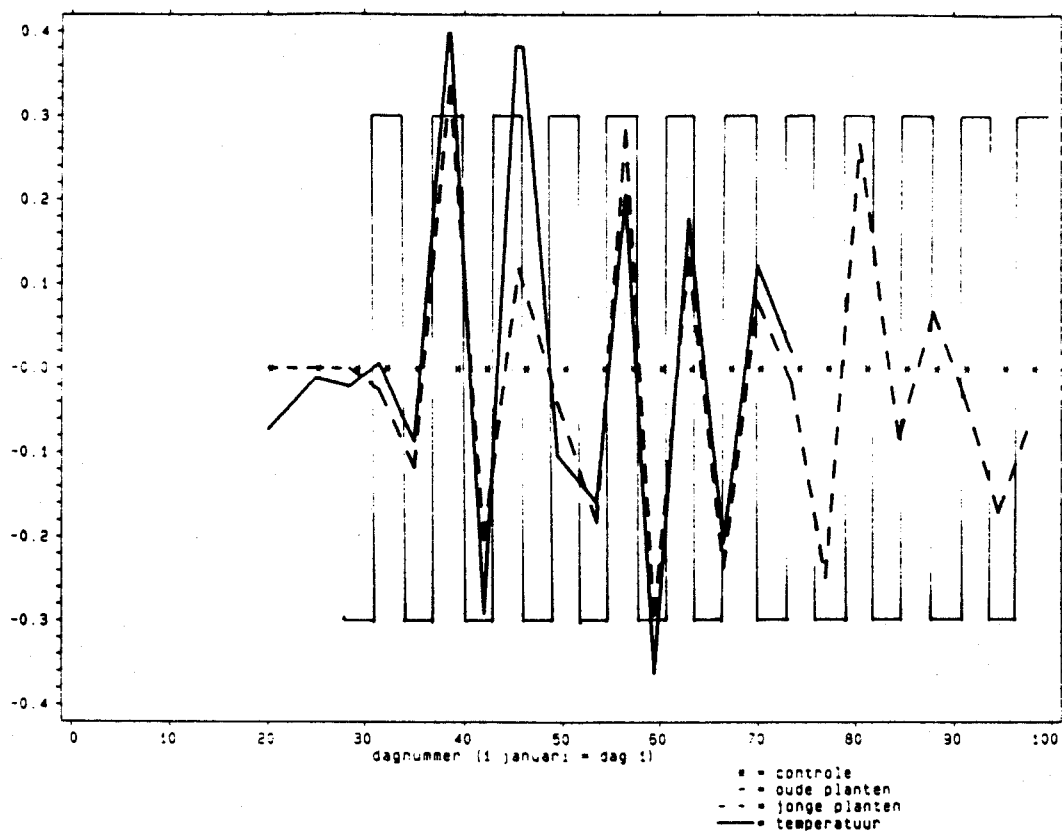
Figuur 14

bloeisnelheid en temperatuur van behandeling 4 t.o.v. de controle



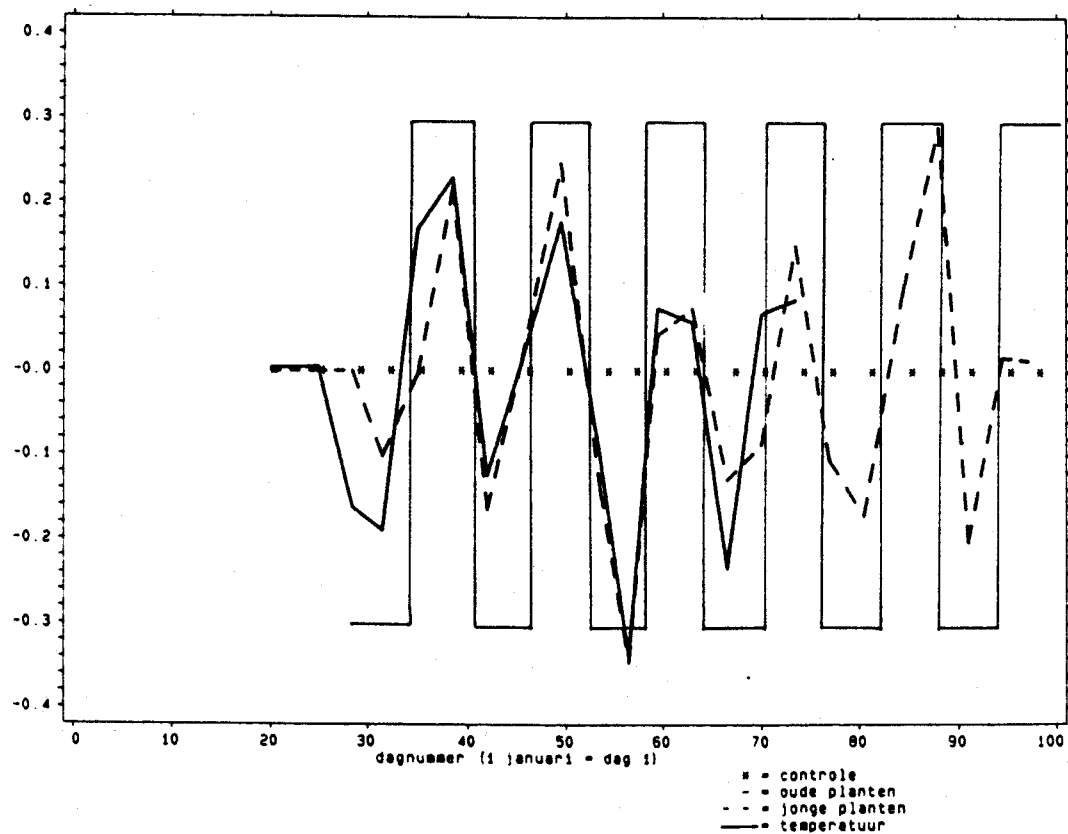
Figuur 15

bloei: snelheid en temperatuur van behandeling 5 t.o.v. de controle



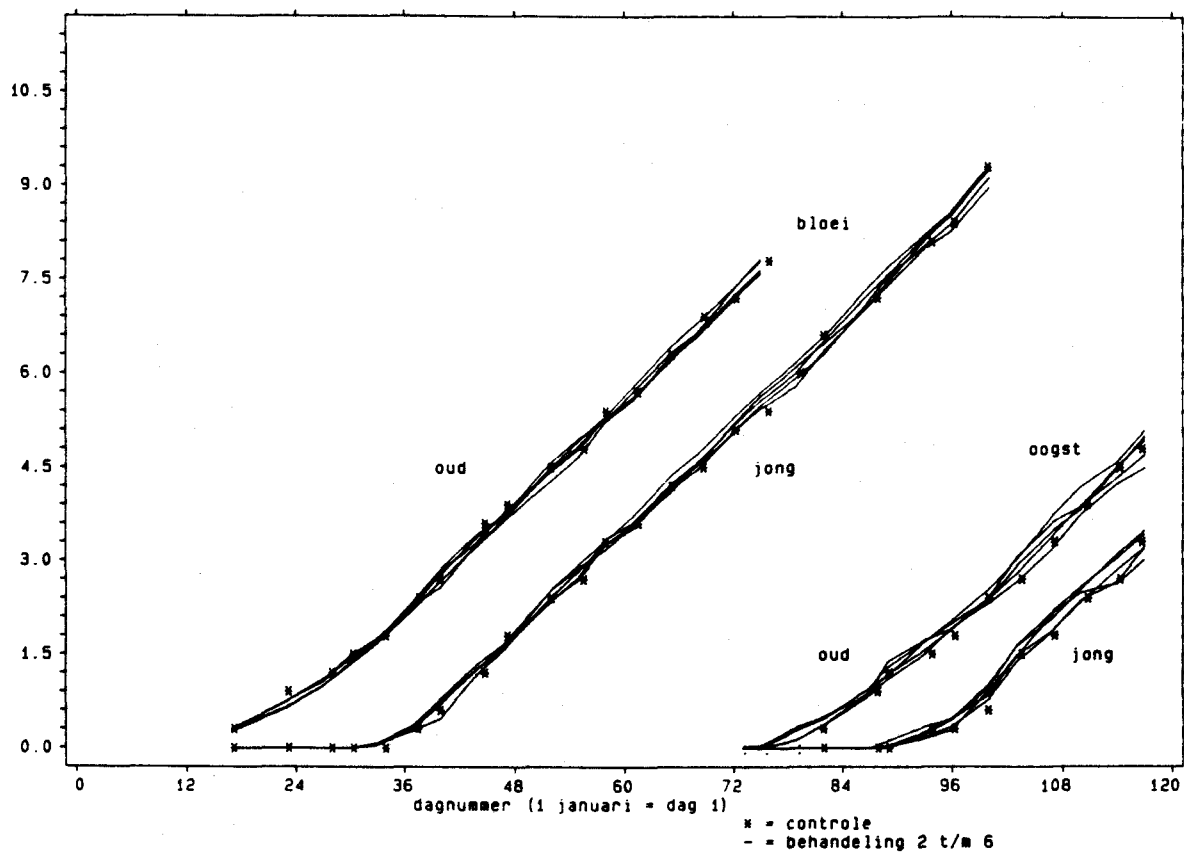
Figuur 16

bloei: snelheid en temperatuur van behandeling 6 t.o.v. de controle



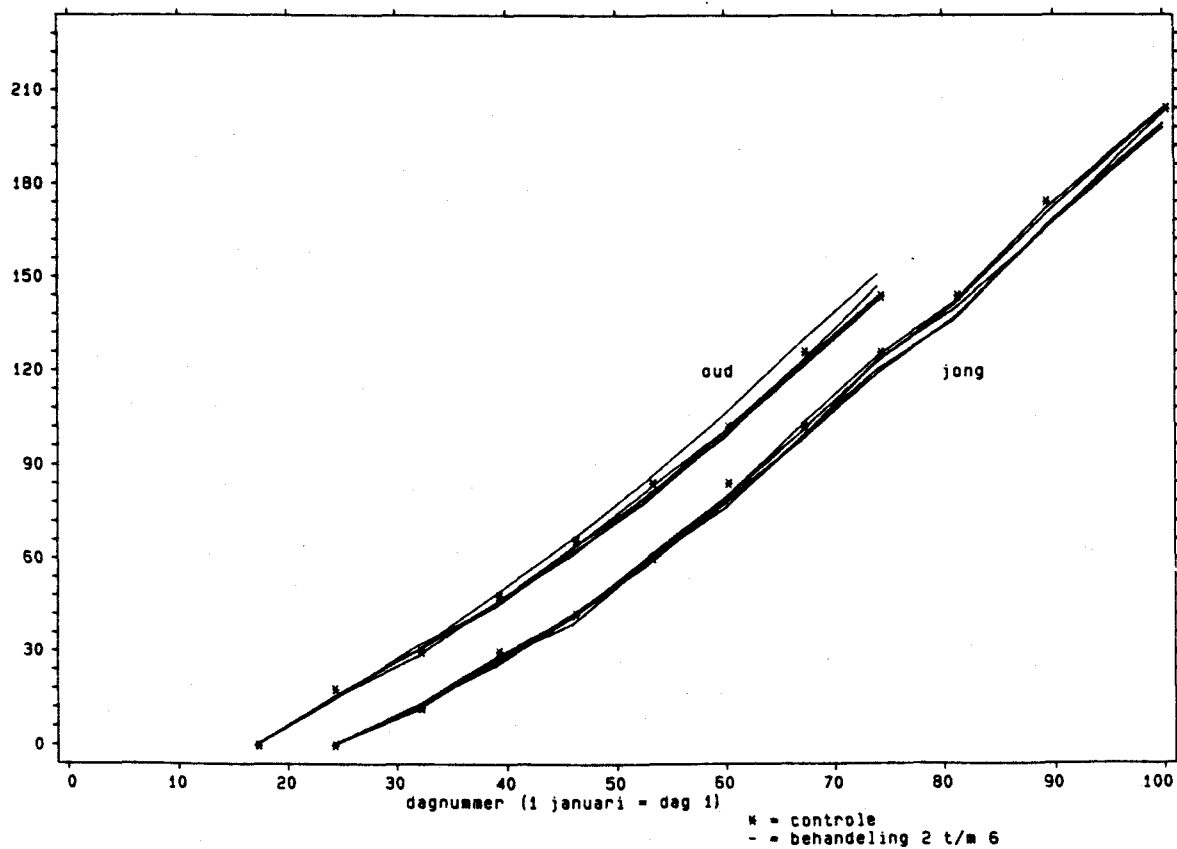
Figuur 17

bloeiende en oogstbare tros



Figuur 18

lengtetoeename (cm) vanaf dag 17 en 24 voor resp. de oude en de jonge planten



Figuur 19

3.2.2. Oogstsnelheid en geoogste vruchten

Uit figuur 18 blijkt dat in grote lijnen de uitgroeiduur van de vruchten van de verschillende behandelingen gelijk was. De plantleeftijd had geen invloed op de uitgroeiduur, want de lijnen van de oogstbare trossen lopen parallel. In tabel 4 staan de oogstbare trossen op de dag dat met de temperatuurbehandelingen is gestopt en op de dag dat de laatste waarnemingen zijn gedaan. Bij de oude planten blijkt er op 10 april geen significant verschil te zijn, maar bij de jonge planten wel. Op de laatste waarnemingsdag waren er bij de oude planten grote significante verschillen ontstaan en bij de jonge planten waren de verschillen iets afgenomen. Bij de controle behandeling waren zeker niet het meeste trossen geoogst.

Tabel 4: Oogstbare tros van 'oude' en 'jonge' planten op 10 en 27 april

behandeling		1	2	3	4	5	6
periode/temperatuur		c	6/3	12/3	24/3	6/6	12/6

datum	plantleeftijd						

10/4	oud	2.4a	2.4a	2.4a	2.5a	2.3a	2.4a
	jong	0.7c	0.8bc	1.0a	1.0a	0.8bc	0.9ab
27/4	oud	4.8bc	4.7cd	5.0ab	5.1a	4.5d	4.9abc
	jong	3.3ab	3.0b	3.5a	3.4ab	3.2ab	3.2ab

Van de jonge planten zijn de oogstbare vruchten geteld en gewogen tot het einde van de temperatuurbehandelingen. In tabel 5 staan het aantal vruchten en het gewicht van die vruchten. Er waren grote verschillen tussen het aantal geplukte vruchten. Tussen het totaalgewicht van de geplukte vruchten waren ook grote verschillen. Bij behandeling 5 en de controle waren het kleinste aantal vruchten geplukt met tevens het laagste totaalgewicht. Bij behandeling 2 waren het meeste vruchten geplukt en deze gaf tevens het hoogste totaalgewicht.

Tabel 5: Aantal en gewicht van de geplukte vruchten van de 'jonge' planten in de periode van 30/3 t/m 10/4.

behandeling	1	2	3	4	5	6
periode/temperatuur	c	6/3	12/3	24/3	6/6	12/6

per plant :						
aantal vruchten	6.18bc	7.85a	7.63ab	7.50ab	5.35c	7.48ab
gewicht vruchten	392bc	494a	473ab	450ab	344c	446ab

3.2.3. Lengte

Uit figuur 19 blijkt dat de lengtegroei bij de oude planten in het begin nog gelijk liep en dat er later een kleine spreiding optrad. Bij de jonge planten was de spreiding tussen de behandelingen iets kleiner. Tabel 6 laat zien dat tijdens iedere cyclus er bijna geen verschillen waren in de lengtetoeename. In de periode van 24/1 tot 22/2, ongeveer de eerste cyclus, was er bij de oude planten wel een significant verschil

en bij de jonge planten niet. Na de tweede cyclus was er bij de oude planten geen verschil en bij de jonge planten wel. Na de laatste cyclus waren er bij de jonge planten ook geen verschillen meer. Uit tabel 6 blijkt ook dat bij de totale lengtegroei de behandelingen 5 en 6 wat achterbleven.

Tabel 6: Lengtegroei (cm)

behandeling		1	2	3	4	5	6
periode/temperatuur		c	6/3	12/3	24/3	6/6	12/6

van-tot	plantleeftijd						

24/1 -	oud	66b	65b	71a	68ab	65b	66b
22/2	jong	61a	59a	61a	60a	59a	60a
22/2 -	oud	65a	64a	65a	65a	63a	63a
15/3	jong	65a	64a	64a	64a	61b	61b
15/3 -	jong	80a	81a	80a	79a	79a	79a
10/4							
24/1 -	oud	131a	128b	136a	132ab	128b	129b
15/3							
24/1 -	jong	206a	204a	204a	203ab	198c	199bc
10/4							

3.2.4. Destructieve waarnemingen

De destructieve waarnemingen aan de oude planten zijn op 17 maart gedaan na twee cyclussen en de destructieve waarnemingen aan de jonge planten zijn op 10 april gedaan na 3 cyclussen. Bij het bladgewicht is het gewicht van het blad dat al voor de destructieve waarnemingen geplukt was inbegrepen. Bij de jonge planten zijn ook het aantal en het gewicht van de eerder geplukte vruchten bij de destructieve waarnemingen opgeteld. Uit tabel 7 blijkt dat er verschil was bij de oude planten tussen het blad- en stengelgewicht bij de verschillende behandelingen. Ook was er een significant verschil in het totaalgewicht van de vegetatieve delen. Behandeling 3 had het hoogste vegetatieve gewicht en de behandelingen 5 en 6 en de controle hadden het laagste gewicht. Het aantal vruchten was bij de verschillende behandelingen gelijk en ook het totaal gewicht van de vruchten leverde geen verschil op. Wel waren er verschillen in het gemiddeld vruchtgewicht, waarbij behandeling 5 de zwaarste vruchten en behandeling 6 de lichtste vruchten had. Het totale plantgewicht en ook de gewichtsverdeling over vegetatief en generatief waren voor alle behandelingen hetzelfde.

Tabel 7: Resultaten van destructieve waarnemingen aan de 'oude' planten op 17 maart

behandeling	1	2	3	4	5	6
periode/temperatuur	c	6/3	12/3	24/3	6/6	12/6

per plant (gewicht in gram):						
bladgewicht	458b	484ab	497a	485ab	471ab	465ab
gewicht stengel	278c	296ab	302a	299a	276c	279bc
gewicht vegetatief	735b	779ab	799a	783ab	747b	744b
aantal vruchten	55.3a	54.7a	56.7a	55.1a	54.4a	55.4a
gewicht vruchten	1176a	1162a	1200a	1177a	1191a	1155a
gemiddeld vruchtgewicht	21.3bc	21.2bc	21.2bc	21.4ab	21.9a	20.8c
totaal gewicht	1911a	1941a	1999a	1960a	1938a	1899a
gewichts % vegetatief	38a	40a	40a	40a	39a	39a
gewichts % vruchten	62a	60a	60a	60a	61a	61a

Bij de jonge planten (tabel 8) waren er behandelingsverschillen in het bladgewicht en het stengelgewicht, waardoor significante verschillen ontstonden tussen het totale vegetatieve gewicht van de verschillende behandelingen. Hier had de controle het hoogste en behandeling 6 het laagste gewicht. Het aantal vruchten en het totaal gewicht van de vruchten gaf verschillen. De controle behoorde tot de behandelingen met de meeste vruchten en ook het hoogste totaalgewicht van de vruchten. Behandeling 6 kwam hier ook weer significant lager uit dan de controle. Behandeling 5 had een hoger gemiddelde vruchtgewicht dan de controle en de behandelingen 4 en 6. Bij het totaalgewicht kwam behandeling 6 als laagste uit de bus en bij de gewichtspercentages vegetatief en generatief waren alle behandelingen gelijk.

Tabel 8: Resultaten van destructieve waarnemingen aan de 'jonge' planten op 10 april

behandeling	1	2	3	4	5	6
periode/temperatuur	c	6/3	12/3	24/3	6/6	12/6

per plant (gewicht in gram):						
bladgewicht	612a	610a	588a	592a	590a	552b
gewicht stengel	341a	335ab	326bc	330abc	320c	306d
gewicht vegetatief	953a	945ab	914ab	922ab	910b	857c
aantal vruchten	68.3a	67.6ab	66.8abc	67.4abc	65.5bc	65.3c
gewicht vruchten	2425a	2452a	2401ab	2400ab	2408ab	2311b
gemiddeld vruchtgewicht	35.6b	36.3ab	36.0ab	35.6b	36.8a	35.4b
totaal gewicht	3378a	3396a	3315a	3322a	3318a	3168b
gewichts % vegetatief	28a	28a	28a	28a	27a	27a
% vruchten	72a	72a	72a	72a	73a	73a

3.2.5. Kwaliteitsbeoordeling

In tabel 9 staan de resultaten van de kwaliteitswaarnemingen aan de vruchten. Deze waarnemingen zijn twee keer gedaan en gaven verschillende uitkomsten. De behandelingen kwamen op beide waarnemingsdagen wat betreft zwelscheurtjes niet op een hoger percentage uit dan de controle. Bij het percentage goudspikkels waren er eerst nog wel duidelijke verschillen, behandeling 4 had een significant hoger percentage dan de controle. Bij de tweede waarneming hadden alle behandelingen evenveel goudspikkels. De goudspikkelscore gaf het zelfde beeld, bij de eerste waarneming was behandeling 4 significant hoger dan de controle en bij de laatste waarnemingsdag waren er geen verschillen. De gegevens van de doorkleuring en het uitstalleven waren nog niet beschikbaar voor verwerking.

Tabel 9: Beoordeling op goudspikkels en zwelscheurtjes bij vruchten van de jonge planten op 12 en 19 april

behandeling		1	2	3	4	5	6
periode/temperatuur		c	6/3	12/3	24/3	6/6	12/6
-----		-----					
kenmerk	datum						
-----		-----					
% met	12/4	81a	66bc	77ab	68abc	67bc	57c
zwelscheurtjes	19/4	42ab	39bc	23c	56a	49ab	45ab
% met	12/4	57bc	67ab	53bc	77a	71ab	45c
goudspikkels	19/4	84a	88a	84a	91a	88a	83a
goudspikkels-	12/4	72bc	80abc	65bc	106a	90ab	55c
score	19/4	133a	131a	138a	140a	130a	131a
-----		-----					

HOOFDSTUK 4 DISCUSSIE

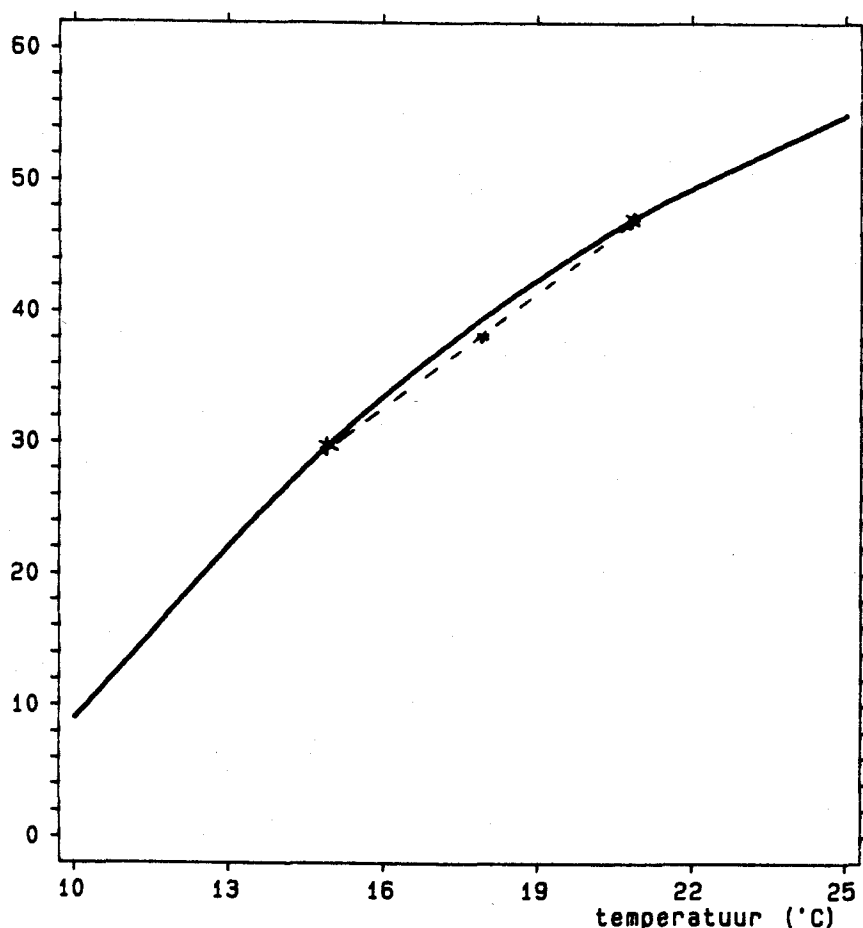
4.1. Gerealiseerde temperatuur

De gewenste temperatuur is voor alle behandelingen goed gerealiseerd, zoals blijkt uit de figuren 6 t/m 11. Het computerprogramma heeft op enkele storingen na goed gewerkt. Aan het einde van iedere cyclus zijn er kleine correcties toegepast op de etmaaltemperaturen om alle temperatuursommen gelijk te maken. Bij koude dagen was het moeilijk om een hoge temperatuur te realiseren en bij warme dagen kon een lage temperatuur nauwelijks bereikt worden.

4.2. Gewaswaarnemingen

Zoals bekend uit eerder onderzoek blijkt de bloeisnelheid sterk afhankelijk van de momentane temperatuur. Zowel temperatuurverschillen t.o.v. de controle als verschillen in temperatuuramplitude leidden tot verschillen in bloeisnelheid. De totale temperatuursom is bepalend voor het aantal trossen. De kleine verschillen in gerealiseerde trossen bij gelijke temperatuursommen (tabel 3) kunnen veroorzaakt zijn doordat de waarnemingen niet precies samen vallen met de grenzen van de 24-dagen cyclussen en kleine verschillen in gerealiseerde temperatuur (tabel 2). Een verklaring voor het achter blijven van de bloeiende tros van de behandelingen 5 en 6 kan zijn dat de reactie van bloeisnelheid op temperatuur mogelijk niet precies lineair is. Dit wordt verduidelijkt door figuur 20, bij grote temperatuuramplitude worden minder trossen gevormd dan op grond van de gemiddelde temperatuur verwacht mag worden. Hoewel in oogstbare tros significante verschillen optraden, zijn deze niet te herleiden tot de toegepaste behandelingen. De grotere spreiding in oogstbare tros (figuur 18) ten opzichte van de spreiding in bloeiende tros komt door de spreiding in uitgroeiduur van de vruchten, die toegevoegd wordt aan de spreiding in bloei. Het aantal vruchten en het totaal vruchtgewicht dat geplukt is, is afhankelijk van het aantal oogstbare trossen. De verschillen in lengtegroei waren klein maar wel significant. Deze verschillen kunnen ontstaan zijn door het verschil in gemiddelde dag- en nachttemperatuur tussen de behandelingen. De mindere lengtegroei van de behandelingen 5 en 6 kunnen te verklaren zijn door het mogelijk niet lineair lopen van de groeisnelheid op de temperatuur. Bij een grotere temperatuuramplitude komt dit het meest tot uiting (zie figuur 20). Mogelijkheden voor temperatuurintegratie t.a.v. groei kunnen uit de destructieve waarnemingen afgeleid worden. Bij de oude planten zijn de resultaten van de behandelingen niet minder dan de controle. Zelfs 12 dagen 1.5 °C en 6 dagen 3 °C lagere temperatuur dan de controle zijn te compenseren. Bij de jonge planten had behandeling 5 een lager vegetatief

plantreactie



Figuur 20

gewicht en behandeling 6 zowel een lager vegetatief als generatief gewicht t.o.v. de controle. Bij de jonge planten zijn de grenzen voor het compenseren dus kleiner dan bij de oude planten. Een mogelijke verklaring voor dit verschil tussen oude en jonge planten kan het (in de inleiding genoemde) belang van het snel bladoppervlak vormen bij jonge planten zijn. De grenzen bij temperatuurintegratie blijken ruimer te zijn dan er werd verwacht bij de opzet van de proef. Slechts de groei bij behandeling 6, 6 dagen 3°C, kwam lager uit dan de andere behandelingen. Het lager aantal vruchten van de jonge planten bij behandeling 5 en 6 komt overeen met het lager aantal trossen (tabel 3). Bij de oude planten was de verdeling generatief : vegetatief 60 : 40 en bij de jonge planten was dit 72 : 28. Uit ander onderzoek blijkt dat de verhouding 80 : 20 wordt aan het einde van het seizoen. De jonge planten waren op het moment van waarnemen verder in ontwikkeling. Er waren significante verschillen in het aantal zwelscheurtjes, maar omdat de controle niet minder zwelscheurtjes had dan de behandelingen is het niet waarschijnlijk dat temperatuurwisselingen zwelscheurtjes veroorzaken. T.a.v. het optreden van goudspikkels was geen duidelijke invloed van de behandelingen te onderkennen

HOOFDSTUK 5 CONCLUSIES

Met het temperatuurintegrerende computerprogramma konden de gewenste etmaaltemperaturen, en hiermee de gewenste temperatuurbehandelingen, goed gerealiseerd worden.

De bloeisnelheid is sterk afhankelijk van de momentane temperatuur (tussen 15 en 22 °C).

Oude en jonge planten bloeien bij gelijke temperatuur met gelijke snelheid.

Het aantal trossen wordt bepaald door de totale temperatuursom.

Integreren met een grote temperatuuramplitude (> 3 °C afwijking van de gewenste gemiddelde temperatuur) leidde tot minder lengtegroei.

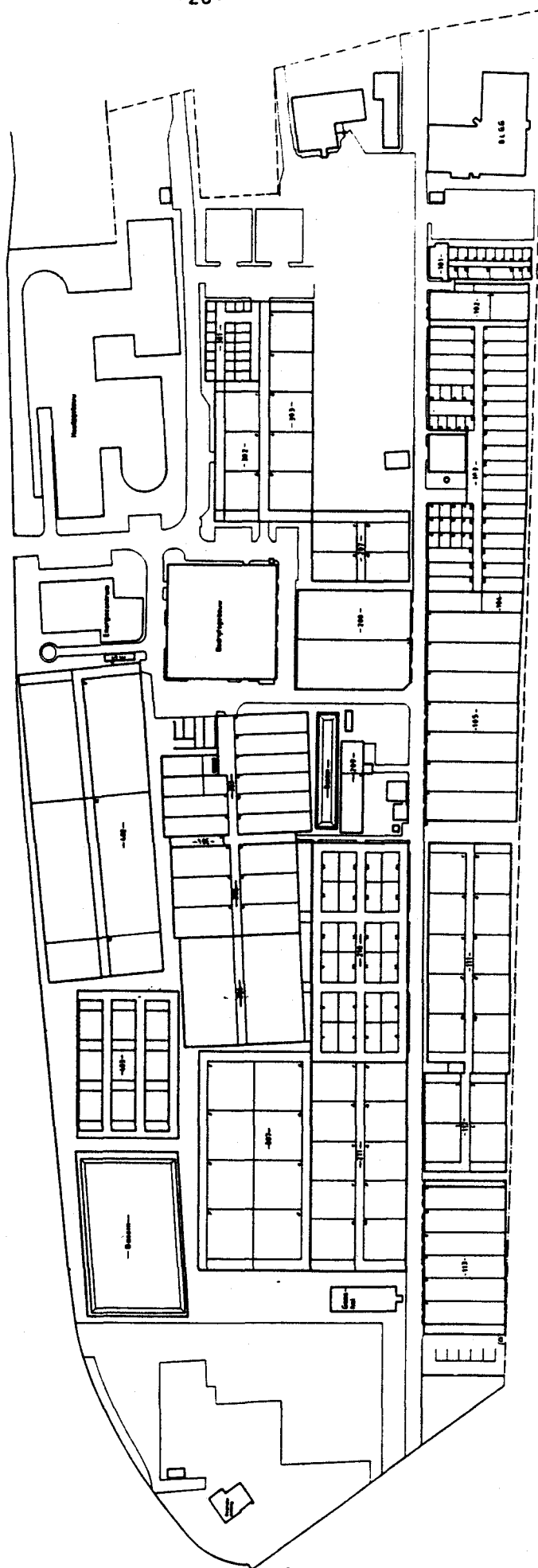
Bij een oud gewas (vanaf bloei 2de tros) zijn de mogelijkheden voor temperatuurintegratie groter dan bij een jong gewas.

Bij oude planten (vanaf bloei 2de tros) kan zowel 12 dagen 1.5 °C als 6 dagen 3 °C lagere temperatuur dan de controle nog gecompenseerd worden.

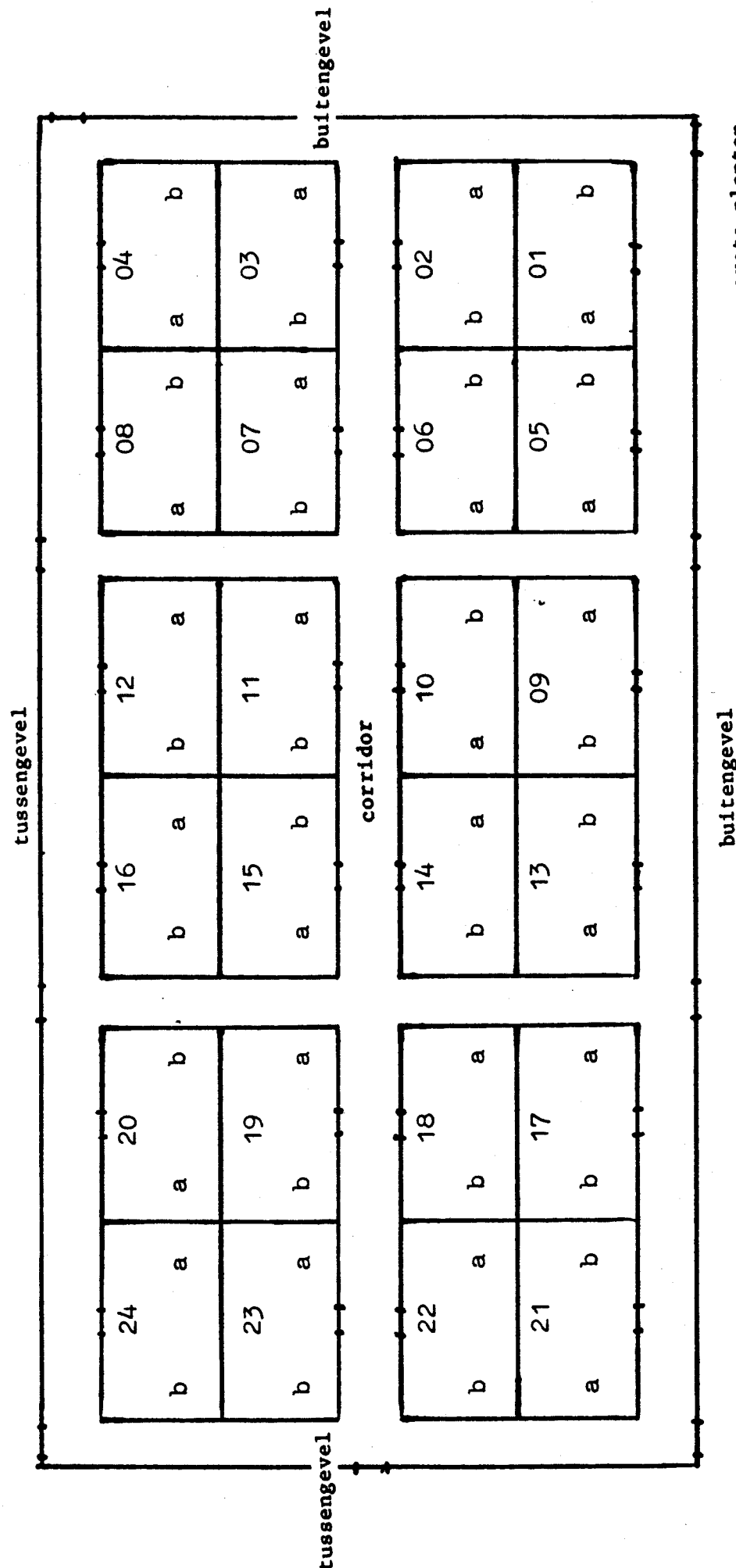
Bij jonge planten leidt integratie met een grote temperatuuramplitude (>1.5 °C afwijking van de gewenste gemiddelde temperatuur) tot vermindering van de groei.

Het is niet waarschijnlijk dat temperatuurwisselingen (enkele dagen koud afgewisseld met enkele dagen warm) zwelscheurtjes veroorzaken.

Bijlage 1: Plattegrond van het proefstation



Bijlage 2: Plattegrond van de klimaatkas (210), met de
ligging van de proefvelden binnen de afdelingen



Bijlage 3: Het verloop van het setpoint verwarming, de ruimtetemperatuur, de temperatuursom, de etmaalteller en de etmaal-som gedurende één dag.

206	AFD 1 SETPOINT VERWARMING				
1	AFD 1 DROGE BOL				
265	TEMP_SOM				
266	ETM_TEL				
267	ETM_SOM				
DATUM	FERNR.				
89- 2-27	206	1	265	266	267
6:17	175	179	179	0	13320
6:18	175	177	356	0	13338
6:19	175	179	536	0	13356
6:20	175	176	712	0	13374
6:21	175	180	892	0	13392
6:22	175	176	1068	0	13410
6:23	175	174	1243	0	13428
6:24	175	179	1422	0	13446
6:25	175	179	1601	0	13464
6:26	175	179	1780	0	13482
6:27	175	177	1958	0	13500
17:55	175	177	12756	0	26610
17:56	175	177	12774	0	26628
17:57	175	177	12792	0	26646
17:58	187	177	12810	10	26646
17:59	187	177	12827	20	26646
18: 0	187	177	12845	30	26646
18: 1	187	177	12863	40	26646
18: 2	187	177	12881	50	26646
18: 3	187	177	12898	60	26646
18: 4	187	177	12916	70	26646
18: 5	187	176	12934	80	26646
6:12	179	185	26556	7300	26646
6:13	178	187	26575	7310	26646
6:14	176	184	26593	7320	26646
6:15	175	184	184	0	13248
6:16	175	182	366	0	13266
6:17	175	180	547	0	13284
6:18	175	179	726	0	13302
6:19	175	179	905	0	13320
6:20	175	180	1086	0	13338
6:21	175	180	1267	0	13356
6:22	175	179	1446	0	13374

27-2-1989: zon op 6.17 u
 zon onder 17.58u
 28-2-1989: zon op 6.15 u